

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 1 月 22 日 (22.01.2004)

PCT

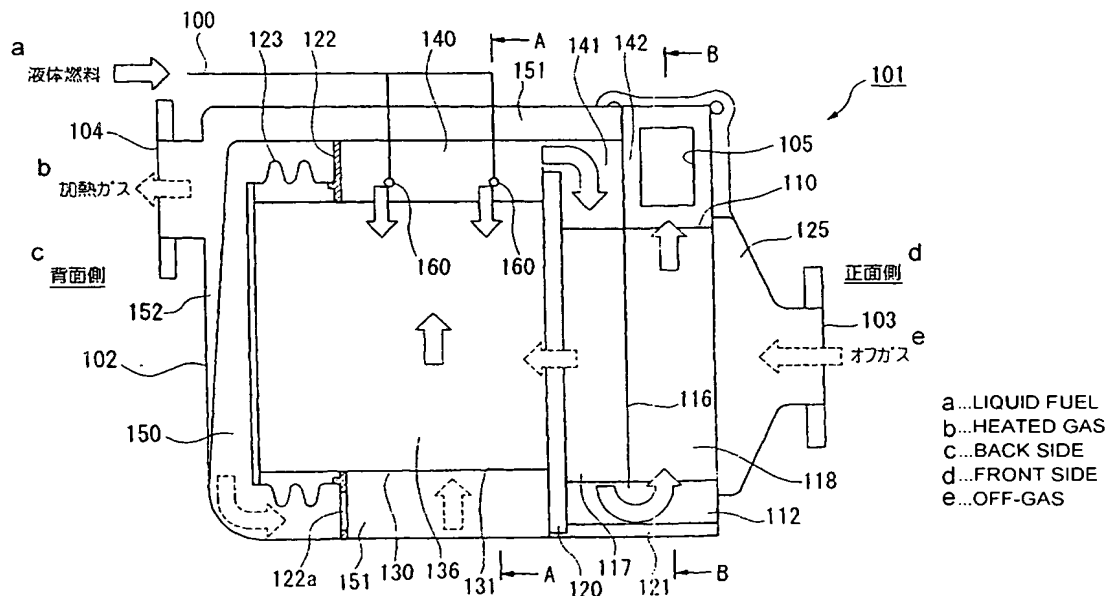
(10) 国際公開番号
WO 2004/007355 A1

- (51) 国際特許分類: C01B 3/32. KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]: 〒107-8556 東京都 港区 南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
F28D 9/02, F23K 5/22, H01M 8/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008652 (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 花井 聡 (HANAI,Satoshi) [JP/JP]: 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 笠原 清志 (KASAHARA,Kiyoshi) [JP/JP]: 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 浅野 裕次 (ASANO,Yuuji) [JP/JP]: 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 8 日 (08.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-202638 2002 年 7 月 11 日 (11.07.2002) JP
特願2002-202639 2002 年 7 月 11 日 (11.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO)
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA,Masatake et al.): 〒104-8453 東京都 中央区 八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 Tokyo (JP).

/続葉有/

(54) Title: EVAPORATOR

(54) 発明の名称: 蒸発器



(57) **Abstract:** An evaporator for vaporizing a liquid to generate a gas which comprises a straight flow path for a heated gas wherein the heated gas travels in a straight line in a horizontal direction, a vaporization flow path being arranged heat-exchangeably with the heated gas straight flow path and vaporizing a liquid fuel, a fuel supply line for supplying a liquid fuel to the vaporization flow path, and a gas flow path being arranged heat-exchangeably with the heated gas straight flow path upstream of the evaporation flow path for heating a fuel gas discharged from the vaporization flow path, wherein a fuel vapor generated in the evaporation flow path flows upwards in the gravity direction, is discharged from the evaporation flow path, is introduced into the gas flow path, and flows through the gas flow path in the gravity direction. The evaporator can be advantageously used for vaporizing a liquid fuel containing a hydrocarbon, to generate a fuel gas for use in modifying a fuel.

/続葉有/

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/007355 A1



(81) 指定国 (国内): DE, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器であって、特に、炭化水素を含む液体燃料を気化させて燃料改質用の燃料蒸気を発生させる蒸発器である。この蒸発器は、加熱ガスが水平方向に直進して流通する加熱ガス直進流路と、この加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され液体燃料を気化させる蒸発流路と、蒸発流路に液体燃料を供給する燃料供給管と、蒸発流路よりも前記加熱ガス直進流路の上流部に該加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され蒸発流路から排出された燃料蒸気を加熱する蒸气流路と、を備える。蒸発流路で発生した燃料蒸気は蒸発流路を重力方向の上方に流通した後、蒸発流路の上部から排出されて蒸气流路に導入され、蒸气流路を重力方向に流通する。

明 細 書

蒸発器

技術分野

この発明は、液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器に関するものであり、特に、炭化水素を含む液体燃料を気化させて燃料改質用の蒸気を発生させる蒸発器に関するものである。

背景技術

燃料電池への燃料ガスの供給方法として、メタノールやガソリンなどの炭化水素を含む液体の原燃料を、改質システムによって水素リッチな燃料ガス（以下、水素リッチガスと略す）に改質し、この水素リッチガスを燃料電池の燃料ガスとして供給する場合がある（特開 2001-132909 号公報等）。

この改質システムにおいては、原燃料および水の混合液からなる液体燃料（原料）を蒸発器で蒸発させて原燃料ガスとし、これを改質用空気とともに改質器に供給して原燃料ガスを改質反応させて水素リッチガスに改質している。

この改質システムに使用される従来の蒸発器が特開 2001-135331 号公報に開示されている。

この蒸発器は、メタルハニカム担体に酸化触媒（例えば、Pt、Pd）を担持した触媒燃焼器と、触媒燃焼器で生じた燃焼ガスを流通させる略 U 字形に曲げられたチューブ群と、このチューブ群を収容しシエルで囲まれた蒸発室と、この蒸発室に前記液体燃料を噴射する燃料供給装置と、前記液体燃料の気化により生成された原燃料ガスを導出する取り出し口とを備えている。この蒸発器では、燃料電池のアノードあるいはカソードから排出されるオフガスを前記触媒燃焼器で触媒燃焼させ、得られた燃焼ガスを前記チューブ群に導入し、これと同時に前記燃料供給装置から前記液体燃料を前記チューブ群の表面に向けて噴射し、燃焼ガスと液体燃料との間で熱交換させて、該液体燃料を蒸発させ、原燃料ガスを得ている。

しかしながら、従来の前記蒸発器においては、燃料供給装置から蒸発室に供給された液体燃料の一部がチューブ群を通過する間には蒸発しきれず、液体のまま蒸発室の底部に溜まることがある。このように蒸発室の底部に液体燃料の液溜まりが生じると、過渡時における蒸気発生量（原燃料ガス発生量）が燃料電池の出力に追従することができなくなり、応答性が悪いという問題が生じる。

また、蒸発室の底部に触媒燃焼器などの加熱源を配し、液溜まり量を減少させるようにしたとしても、満足できる応答性を得るのは難しい。特に、燃料電池自動車などに搭載される燃料電池用の燃料改質システムでは、極めて高い過渡応答性が要求されるため、尚更である。

また、特開 2001-332283 号公報には、液体燃料および燃料蒸気が流通する蒸発流路と、加熱ガスが流通する加熱ガス流路とを交互に設置し、液体燃料を蒸発流路の上方から供給して蒸発流路を下降させ、下降する間に液体燃料を加熱ガスとの熱交換により気化させて燃料蒸気を生成し、生成した燃料蒸気を蒸発流路の下方から排出するようにした蒸発器が開示されている。

しかしながら、この蒸発器では、蒸発流路内において燃料蒸気が重力方向の下方へと流れ、液体燃料に対して並流関係になっているため、燃料蒸気が有するエネルギーを有効に利用することができなかった。

さらに、従来の前記蒸発器においては、略 U 字形に曲げられた多数のチューブに燃焼ガスを導入し流通させているので、燃焼ガスの圧力損失が大きい。したがって、熱量を増大すべく燃焼ガス流量を多くするにはチューブの本数を増やさなければならず、蒸発器が大型化するという問題があった。換言すると、燃焼ガスの流路の圧力損失が大きいことが、蒸発器の小型化の支障となっていた。

また、前記チューブの内部に燃焼触媒を担持した場合、十分な触媒層体積を確保することができない。

なお、上記において、「応答性」とは、変動する燃料電池の出力に基づき決定される要求量に見合う蒸気を発生させて供給する際の時間的な遅れを表す特性であり、応答性が悪いとは時間遅れが大きいことを意味する。また、「過渡時」とは、燃料電池の出力に対して要求される蒸気発生量が急激に変化する状態を意味し、「過渡応答性」とは過渡時の応答性を意味する。

発明の開示

そこで、この発明は、エネルギーを有効に利用して液体燃料を効率的に蒸発させることができ、応答性に優れた蒸発器を提供するものである。

また、この発明は、ガス流路の圧力損失を低減して、小型化が可能な蒸発器を提供するものである。

上記課題を解決するために、本発明は、液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器であって、加熱ガスが流通する複数の加熱ガス流路と、該加熱ガス流路と熱交換可能に配置され、重力方向の上方から供給された前記液体を気化し、気化した蒸気を重力方向の上方に排出する有底の複数の蒸発流路と、該蒸発流路の内面に設けられた複数のフィンと、を備えた蒸発器を提供する。

ここで、特に、前記液体は炭化水素を含む液体燃料であり、前記蒸気は燃料改質用の燃料蒸気である。

このように構成することで、フィンにより加熱面の表面積を大きくすることができ、そのフィンの表面に液体燃料が付着することにより液体燃料が大きく広がり易くなる。また、フィンは、液体燃料との接触頻度を増やすとともに、付着した液体燃料との温度差を気化し易い温度差にする。また、蒸発流路内において液体燃料と燃料蒸気が向流接触するので、滴下する液体燃料の液滴が微細化され、また、液体燃料を燃料蒸気によって予熱することができる。その結果、蒸発器は、液体燃料を極めて効率的に且つ迅速に気化することができ、応答性に極めて優れたものとなる。

上記蒸発器において、前記複数の加熱ガス流路と前記複数の蒸発流路とが交互に配置されていてもよい。

このように構成することにより、小型ながら蒸気生成能力を大きくすることができる。

上記蒸発器において、前記複数の加熱ガス流路の各々は、その少なくとも一部が前記複数の蒸発流路に対して略直交する方向に設けられていてもよい。

このように構成することにより、加熱ガス流路は水平方向に配置されることとなり、加熱ガス流路の出入口の配置が容易になり、蒸発器の構造を簡単にするこ

とができる。また、加熱ガス流路における圧力損失を低く抑えることができる。

上記蒸発器において、前記複数のフィンが重力方向に複数段設けられており、隣接する段のフィンは互いにオフセットして配置されていてもよい。

このように構成することにより、液体燃料がフィンに衝突して分散され、分散された液体燃料がさらに下方のフィンに衝突して分散され、これを繰り返すことで液体燃料の分散を促進することができる。また、蒸発流路内で生成された燃料蒸気がこの蒸発流路を上昇する速度は複数段設けられたフィンの存在により低下せしめられるので、蒸発流路を落下してくる液体燃料の液滴が燃料蒸気により吹き上げられるのを防止することができ、前記液滴が気化することなく蒸発流路の上部から排出されるのを防止することができる。したがって、液体燃料のフィンへの接触頻度を増やすことができ、液体燃料の気化が促進される。

上記蒸発器は、前記複数の蒸発流路の底部の上側に配置された多孔質体と、前記底部の下側に配置された加熱装置とをさらに備えていてもよい。

このように構成することにより、蒸発流路を下降する間に気化しきれなかった液体燃料を多孔質体において気化させることができ、蒸発流路の底部に液溜まりが発生するのを防止することができる。

上記蒸発器は、前記複数の蒸発流路の上方に配置された液体供給管をさらに備え、前記液体供給管には、前記液体を滴下するための複数の供給孔が設けられていてもよい。

このように構成することにより、液体燃料は蒸発流路の上方に配置された燃料供給管の複数の供給孔から滴下されるので、液体燃料を蒸発流路内に広く分散して供給することができる。

上記課題を解決するために、本発明は、さらに、液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器であって、加熱ガスが水平方向に直進して流通する加熱ガス直進流路と、該加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され、前記液体を気化させ、その蒸気を重力方向の上方に向けて流動させる蒸発部と、該蒸発部に前記液体を供給する液体供給部と、前記蒸発部よりも前記加熱ガス直進流路の上流部に該加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され、前記蒸発部の上部から排出された前記蒸気を過熱状態とする過熱部と、を備え、前記過熱部が、前記蒸発部の前記上部と連

通して前記蒸気を流通させる蒸気流路を備えている蒸発器を提供する。

ここで、特に、前記液体は炭化水素を含む液体燃料であり、前記蒸気は燃料改質用の燃料蒸気である。

このように構成することにより、蒸発部で発生した燃料蒸気は蒸発部を重力方向の上方に流通した後、蒸発部の上部から排出されて過熱部に導入され、過熱部を、好ましくは、重力方向に流通する。従って、加熱ガス直進流路における加熱ガスの圧力損失を小さくすることができ、加熱ガスを多く流すことができるので、供給熱量を増大することができる。また、蒸発部で発生した燃料蒸気を過熱部において加熱ガスと熱交換させているので、燃料蒸気をより高温にすることができる。また、蒸発部の上部から排出された燃料蒸気を過熱部に導入し重力方向に流通させているので、過熱部をコンパクトにすることができる。したがって、蒸発器の性能向上および小型化を図ることができる。

上記蒸発器において、前記過熱部の前記蒸気流路は、前記加熱ガスの流れに対して複数回交差するように形成されていてもよい。

このように構成することにより、過熱部では、燃料蒸気が加熱ガスの流れ方向に対して複数回交差して流通するので、燃料蒸気を十分に加熱することができ、高温の燃料蒸気を生成することができる。

上記蒸発器において、前記蒸発部の周囲に配置され前記加熱ガス直進流路の出口と連通する保温部を備え、該保温部は、前記加熱ガス直進流路から排出された前記加熱ガスが導入される底部流路を備えていてもよい。

このように構成することにより、加熱ガス直進流路から排出された加熱ガスはこの保温部の底部に設けられた底部流路に導入される。蒸発部の底部は、保温部の底部流路を流れる加熱ガスによって加熱されるので、加熱ガスの排熱を利用して蒸発部の底部に溜まる液体燃料を気化させることができる。従って、蒸発器の性能が向上する。

上記蒸発器において、前記保温部は、前記底部流路に導入された前記加熱ガスを前記蒸発部の側方に回り込ませて上昇させる側方流路を備えていてもよい。

このように構成することにより、保温部の底部に導入された加熱ガスは該底部から側方に回り込んで保温部を上昇する。従って、加熱ガスの排熱を利用して蒸

発部を保温することができ、蒸発部からの放熱を抑制することができるので、蒸発器の性能が向上する。

上記蒸発器は、前記過熱部の周囲に配置された断熱室を備えていてもよい。

このように構成することにより、断熱室によって過熱部を保温することができ、過熱部からの放熱を抑制することができるので、蒸発器の性能が向上する。

上記蒸発器において、前記加熱ガス直進流路は、その内部に触媒を備えていてもよい。

このように構成することにより、所定のガスを加熱ガス直進流路内で触媒燃焼させて加熱ガスを生成することができ、また、加熱ガス直進流路からの放熱を抑制することができ、蒸発器の性能が向上する。

上記蒸発器において、前記加熱ガス直進流路は、前記過熱部と熱交換可能に位置する内部に第1の触媒を備え、前記蒸発部と熱交換可能に位置する内部に第2の触媒を備えていてもよい。第2の触媒は、第1の触媒とは異なる種類とすることができる。

蒸発部と過熱部では温度条件が異なるが、それぞれの温度条件に適した活性温度の触媒を使い分けることで、触媒の耐久性を延ばすことができる。

上記蒸発器において、前記加熱ガスが、燃料電池から排出されるオフガスを燃焼させて得られるものである場合、前記過熱部に隣接して配置される第1の触媒を酸化触媒、前記蒸発部に隣接して配置される第2の触媒をエミッション浄化触媒とすることが好ましい。

このように構成することにより、過熱部を通過する加熱ガス直進流路内でオフガスを触媒燃焼させることにより加熱ガスを生成することができる。その結果、蒸発器の外部に触媒燃焼器を設置する場合に比べ、加熱ガス直進流路からの放熱を抑制することができて熱効率が向上するとともに、改質システム全体をコンパクトにすることができる。また、上記蒸発器は、オフガスが触媒燃焼する部位の下流にエミッション浄化触媒を備えているので、エミッション浄化機能を有する。従って、燃料改質システムの簡素化を図ることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、この発明に係る蒸発器の第 1 実施形態における外観斜視図である。

図 2 は、前記第 1 実施形態における蒸発器の蒸発流路に設けられたフィンの外観斜視図である

図 3 は、図 1 の I - I 断面図である。

図 4 は、前記第 1 実施形態における蒸発器の燃料供給管の断面図である。

図 5 は、前記第 1 実施形態における蒸発器の液体燃料と燃料蒸気の量的変化を示す図である。

図 6 は、この発明に係る蒸発器の第 2 実施形態における外観斜視図である。

図 7 は、図 6 の II - II 断面図である。

図 8 は、図 7 の III - III 断面図である。

図 9 A ~ 9 E は、この発明に係る蒸発器の第 3 実施形態として、蒸発流路に設けられるフィンの種々の形態を示す斜視図である。

図 10 は、この発明に係る蒸発器の第 4 実施形態における縦断面図である。

図 11 は、図 1 の A - A 断面図である。

図 12 は、図 1 の B - B 断面図である。

図 13 は、前記第 4 実施形態における蒸発器の過熱コアの模式図である。

図 14 は、前記第 4 実施形態における蒸発器の蒸発コアの模式図である。

図 15 は、前記第 4 実施形態における蒸発器の蒸発流路に設けられたフィンの外観斜視図である。

図 16 は、前記第 4 実施形態における蒸発器の燃料供給管の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明に係る蒸発器の第 1、第 2、第 3 実施形態を図 1 から図 9 E の図面を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態における蒸発器は、燃料電池用の燃料改質システムに用いられる態様であり、蒸発器によって発生した燃料蒸気は改質器に供給され、改質器で水素リッチな燃料電池用の燃料ガスに改質される。

〔第 1 実施形態〕

初めに、この発明の第 1 実施形態を図 1 から図 5 の図面を参照して説明する。

図 1 は蒸発器 30 の概略構成図である。蒸発器 30 は直方体形状のケース 31 を備え、ケース 31 の底板（底部）32 の上側に多孔質体 33 が取り付けられ、底板 32 の下側に加熱室（加熱装置）34 が設けられている。

多孔質体 33 より上側のケース 31 内は、隔壁 35 によって互いに平行をなす幅の狭い多数の部屋に仕切られており、これらの部屋は交互に蒸発流路 36 と加熱ガス流路 37 にされていて、最外側の部屋はいずれも蒸発流路 36 にされている。

各蒸発流路 36 は、上方のみが開放されていて、底部が多孔質体 33 を備えた底板 32 により閉塞され、周囲がケース 31 の周壁 31a および隔壁 35 によって閉塞されている。すなわち、各蒸発流路 36 は上部のみを開口させた箱型をなしている。また、各蒸発流路 36 の内部には、断面が略三角波形のフィン 36a が山部を鉛直方向（重力方向）に延ばして設置されている。また、図 2 および図 3 に示すように、フィン 36a は各蒸発流路 36 において上下方向に多段に設置されており、上下に隣接するフィン 36a 同士はその山部をオフセットさせて設置されている。これらフィン 36a の山部は、加熱ガス流路 37 との間を隔てる隔壁 35 に接合されている。

一方、各加熱ガス流路 37 は、上部が天板 38 で閉塞され、底部が多孔質体 33 を備えた底板 32 により閉塞され、両側部が隔壁 35 によって閉塞されており、ケース 31 の正面側と背面側が全面開口して構成されている。すなわち、各加熱ガス流路 37 は正面側から背面側に貫通する矩形筒状をなしている。そして、各加熱ガス流路 37 では、正面側の開口から流入した加熱ガスが背面側の開口から流出可能にされている。また、各加熱ガス流路 37 の内部には、断面が略三角波形のフィン 37a が山部を水平方向に延ばして設置されており、これらフィン 37a の山部は、蒸発流路 36 との間を隔てる隔壁 35 に接合されている。

また、ケース 31 の上方には、蒸発流路 36 と加熱ガス流路 37 が連設する方向に軸心を延ばす 2 本の燃料供給管 60、60 が互いに平行に設置されている。各燃料供給管 60 の先端は閉塞されており、各燃料供給管 60 には、各蒸発流路

36の上方に位置する部位に、図4に示すように、供給孔60aが斜め下向きに左右一対開口している。

底板32の上側に設けられた多孔質体33は、比表面積の大きな例えばニッケル系の金属多孔体（例えば、孔径：0.5mm、比表面積：7500m²/m³）で形成されており、底板32にろう付けされている。

底板32の下側に設けられた加熱室34には加熱媒体が流通可能になっており、加熱媒体の熱が底板32および多孔質体33に伝熱されるようになっていいる。なお、この第1実施形態では、加熱ガス流路37から排出される加熱ガスが加熱媒体として加熱室34に導入される。

このように構成された蒸発器30の作用を説明する。

加熱ガスは、ケース31の正面側の開口から各加熱ガス流路37に流入し、各加熱ガス流路37内を水平方向に直進して、ケース31の背面側の開口から流出する。加熱ガスが加熱ガス流路37を流通する際に、加熱ガスの熱の一部が、フィン37a、隔壁35に伝熱され、さらに蒸発流路36のフィン36aに伝熱される。

そして、加熱ガス流路37から流出した加熱ガスは加熱室34に供給され、加熱室34を流通した後、系外に排出される。加熱ガスが加熱室34を流通する際に、加熱ガスの熱の一部が底板32を介して多孔質体33に伝熱される。

一方、液体燃料（メタノールやガソリン等および水の混合液）は、各燃料供給管60に供給され、燃料供給管60に設けられた供給孔60aから各蒸発流路36に向かって噴射される。供給孔60aから噴射された液体燃料は液滴となって、フィン36aに付着してフィン36aの表面を伝わって流れ落ち、あるいはフィン36aの間に形成された隙間を通過して滴下する。フィン36aの間の隙間を滴下した液体燃料もその多くは下降する間に下段のフィン36aに衝突し、フィン36aの表面に付着する。いずれにしても、液体燃料は、図3において実線で示すように、蒸発流路36内を重力方向の下方へと流れていく。そして、フィン36aに付着した液体燃料は、隔壁35およびフィン36aを介して加熱ガス流路37を流通する加熱ガスと熱交換して気化し、燃料蒸気となる。また、蒸発流路36内を下降する間に気化しきれなかった液体燃料は底板32に至る前に多

孔質体 33 の微細な孔に浸透し、ここで多孔質体 33 を介して加熱ガスと熱交換し、瞬時に気化して燃料蒸気となる。

このようにして生成された燃料蒸気は、図 3 において破線で示すように、蒸発流路 36 内を重力方向の上方へと上昇し蒸発流路 36 の上部開口から流出する。

したがって、この蒸発器 30 では、液体燃料あるいは燃料蒸気は蒸発流路 36 内を重力方向に下方あるいは上方に流通するのに対して、加熱ガスは前述したように加熱ガス流路 37 内を水平方向に流れるので、流れ方向が直交することとなる。

なお、図 5 は、底板 32 からの距離と、液体燃料および生成された燃料蒸気の関係を示す図であり、底板 32 に近づくにしたがって液体燃料は減少していき、底板 32 から遠ざかるにしたがって燃料蒸気が増加していく。

しかして、この蒸発器 30 では、蒸発流路 36 と加熱ガス流路 37 を交互に配置したので、小型ながら蒸気生成能力を大きくすることができる。

また、蒸発流路 36 にフィン 36a が設けられているので、加熱面の表面積が極めて大きく、液体燃料が大きく広がり易くなり、その結果、液体燃料の気化が促進される。

また、液体燃料がフィン 36a に衝突すると、衝突した部位（以下、衝突部という）に付着するとともに飛散し、飛散した液体燃料が衝突部の近くのフィン 36a にまた衝突し、このような衝突を繰り返していくので、加熱面であるフィン 36a 表面への液体燃料の接触頻度が増し、液体燃料の気化が促進される。

特に、フィン 36a を上下方向に多段に設け、且つ、上下のフィン 36a において山部をオフセットしているので、液体燃料がフィン 36a に衝突して分散され、分散された液体燃料がさらに下方のフィン 36a に衝突して分散され、これを繰り返すことで液体燃料の分散を促進することができる。また、蒸発流路 36 内で生成された燃料蒸気がこの蒸発流路 36 を上昇する速度は多段に設けられたフィン 36a の存在により低下せしめられるので、蒸発流路 36 を落下してくる液体燃料の液滴が燃料蒸気により吹き上げられるのを防止することができ、前記液滴が気化することなく蒸発流路 36 の上部開口から排出されるのを防止することができる。したがって、液体燃料のフィン 36a への衝突頻度（接触頻度）が

さらに増し、液体燃料の気化がさらに促進される。

さらに、フィン36aには、隔壁35に接近離間する方向に温度勾配が生じるため、フィン36aの表面と該表面に付着した液体燃料との温度差が核沸騰域になる部分生まれ、その部分で熱が伝わり易くなり、フィン36a表面に付着した液体燃料が気化し易くなる。

また、フィン36aの熱伝導により、蒸発流路36内のフィン36a全体の温度分布がほぼ均一になるので、蒸発流路36の全域を熱交換部として利用でき、液体燃料を効率的に気化し、燃料蒸気とすることができる。

さらに、上下のフィン36aにおいて山部をオフセットしたことにより、一つの蒸発流路36内においてはフィン36a間の隙間が全て連通するので、蒸発流路36内を滴下する液体燃料の液滴や生成した燃料蒸気が拡散され分配されて、一つの蒸発流路36内全域の熱負荷が均等化される。したがって、液体燃料を効率的に気化することができる。

また、蒸発流路36内において、液体燃料の液滴は上から下に落下し、生成した燃料蒸気は上昇するので、液体燃料の液滴と燃料蒸気とが向流接触することとなり、液滴の予熱や微細化が促進されるとともに、フィン36a表面に形成される液体燃料の液膜の薄膜化が促進され、その結果、液体燃料の気化が促進される。

したがって、この蒸発器30は、液体燃料を極めて効率的に且つ迅速に気化することができ、応答性に極めて優れたものとなる。

また、この蒸発器30が燃料電池自動車に搭載される場合、蒸発器30の姿勢が多々変化することが考えられるが、姿勢が変わっても、この蒸発器30においては、フィン36aが隔壁として作用するので、液体燃料が蒸発流路36における一部の領域を偏って流れるのを阻止することができ、したがって、姿勢変化があっても蒸発流路36内の熱負荷を均一に保持することができ、蒸発性能を一定に保つことができる。

なお、蒸発流路36の上部開口から流出した燃料蒸気は、集合通路（図示せず）を通過して改質器（図示せず）に供給され、改質器において水素リッチな燃料ガスに改質され、燃料電池に供給されることとなる。

〔第 2 実施形態〕

次に、この発明に係る蒸発器 30 の第 2 実施形態を図 6 から図 8 の図面を参照して説明する。第 2 実施形態の蒸発器 30 が第 1 実施形態のものと相違する点は以下の通りである。

第 1 実施形態における蒸発器 30 では、ケース 31 の正面側及び背面側において各加熱ガス流路 37 が全面開口しているが、第 2 実施形態における蒸発器 30 では、ケース 31 の正面側では各加熱ガス流路 37 の上部および下部のみが開口しており、ケース 31 の背面側では各加熱ガス流路 37 の全面が閉塞されている。そして、ケース 31 の正面側において下側に設けられた開口 37 c が加熱ガス入口とされ、上側に設けられた開口 37 d が加熱ガス出口とされており、開口 37 c, 37 d の間は側板 39 によって閉塞されている。さらに、各加熱ガス流路 37 内には、側板 39 が設けられている高さ領域に、断面が略三角波形のフィン 37 b がその山部を鉛直方向（重力方向）に延ばして設置されている。これらフィン 37 b の山部は、蒸発流路 36 との間を隔てる隔壁 35 に接合されている。なお、図 7 は図 6 の II-II 断面図である。

この蒸発器 30 においては、加熱ガスは、図 8 に示すように、下側の各開口 37 c から各加熱ガス流路 37 内に流入し、加熱ガス流路 37 内をケース 31 の背面側に向かって直進するとともに、フィン 37 b の間に形成された各隙間に流入して上昇し、加熱ガス流路 37 内の上部に達すると上側の開口 37 d に向かって方向変換し、開口 37 d から流出する。

したがって、この蒸発器 30 においては、液体燃料と燃料蒸気と加熱ガスはいずれも重力方向に沿って流れることとなる。

その他の構成については第 1 実施形態のものと同一であるので、同一態様部分に同一符号を付して説明を省略する。

この第 2 実施形態の蒸発器 30 も、液体燃料を極めて効率的に且つ迅速に気化することができ、応答性に極めて優れたものとなる。

〔第 3 実施形態〕

尚、この発明は前述した実施形態に限られるものではない。

例えば、蒸発流路 3 6 内に設けるフィン 3 6 a の形状は略三角波形に限るものではなく、図 9 A ~ 9 E に示すような種々の形状が採用可能である。図 9 A は断面矩形波状のフィンであり、図 9 B はいわゆるヘリボーンフィンであり、図 9 C は多孔板フィンであり、図 9 D はいわゆるセレートフィンであり、図 9 E はいわゆるルーバーフィンである。

また、前述した実施形態では、蒸発流路 3 6 内にフィン 3 6 a を重力方向に複数段設け、隣接する段のフィン 3 6 a をオフセットして配置したが、フィン 3 6 a を多段に設けなくても、あるいは、オフセットしなくても本発明は成立する。

また、蒸発流路の底部下側に設ける加熱装置は電気ヒータ等で構成することも可能である。

〔第 4 実施形態〕

以下、この発明に係る蒸発器の第 4 実施形態を図 1 0 から図 1 6 の図面を参照して説明する。なお、この第 4 実施形態における蒸発器は燃料電池用の燃料改質システムに用いられる態様であり、蒸発器によって発生した燃料蒸気は改質器に供給され、改質器で水素リッチな燃料電池用の燃料ガスに改質される。

図 1 0 は蒸発器 1 0 1 の縦断面図であり、図 1 1 は図 1 0 の A - A 断面図、図 1 2 は図 1 0 の B - B 断面図である。蒸発器 1 0 1 は、箱型のハウジング 1 0 2 を備え、ハウジング 1 0 2 の正面（図 1 0 において右側）に加熱ガス入口 1 0 3 が設けられ、ハウジング 1 0 2 の背面（図 1 0 において左側）に加熱ガス出口 1 0 4 が設けられ、ハウジング 1 0 2 の側面（図 1 0 において裏面側）に蒸気出口 1 0 5 が設けられている。なお、以下の説明において、正面とは図 1 0 において右側を指し、背面とは図 1 0 において左側を指すものとする。

蒸発器 1 0 1 のハウジング 1 0 2 の内部には、正面側に過熱コア 1 1 0 が設置され、この過熱コア 1 1 0 の背面側に蒸発コア 1 3 0 が設置されている。

過熱コア 1 1 0 は、図 1 3 の模式図に示すように、直方体形状のケース 1 1 1 を備え、ケース 1 1 1 の内部にはその底部に蒸気流路 1 1 2 が形成されており、蒸気流路 1 1 2 よりも上方のケース 1 1 1 内は、正面側から背面側に向かって延

びる隔壁 113 によって互いに平行をなす幅の狭い多数の部屋に仕切られていて、これらの部屋は交互に加熱ガス流路（加熱ガス直進流路）114 と蒸气流路 115 にされている。

各加熱ガス流路 114 は、上部および下部が閉塞されて蒸气流路 112 から遮断され、両側部が隔壁 113 によって閉塞され、ケース 111 の正面側と背面側が全面開口して構成されている。加熱ガス流路 114 内には、断面が略三角波形のフィン 114a がその山部を正面側から背面側に水平方向に延ばして設置されており、フィン 114a の山部が隔壁 113 に接合されている。また、フィン 114 の表面には Pt 系の酸化触媒が担持されている。また、図 10 に示すように、各加熱ガス流路 114 の正面側開口は加熱ガス分配室 125 を介して加熱ガス入口 103 に連通し、背面側の開口は過熱コア 110 と蒸発コア 130 との間に設けられた連絡室 120 に連通している。

これに対して、各蒸气流路 115 は途中に設けられた隔壁 116 によって背面側の第 1 蒸气流路（過熱部）117 と正面側の第 2 蒸气流路（過熱部）118 に区画されており、いずれの蒸气流路 117, 118 も正面側と背面側がケース 111 の周壁 111a あるいは隔壁 116 によって閉塞され、両側部が周壁 111a あるいは隔壁 113 によって閉塞され、上部と下部が全面開口して構成されている。第 1 蒸气流路 117 と第 2 蒸气流路 118 の内部にはそれぞれ、断面が略三角波形のフィン 117a, 118a がその山部を鉛直方向（重力方向）に延ばして設置されており、フィン 117a, 118a の山部が隔壁 113 に接合されている。

そして、各蒸气流路 117, 118 の下部開口はいずれも蒸气流路 112 に連通している。また、図 10 に示すように、第 1 蒸气流路 117 の上部開口は、ハウジング 102 内において連絡室 120 および第 1 蒸气流路 117 の上部に設けられた蒸气流路 141 に連通している。第 2 蒸气流路 118 の上部開口は、ハウジング 102 内において第 2 蒸气流路 118 の上部に設けられた蒸气流路 142 に連通しており、蒸气流路 142 は蒸気出口 105 に連通している。

さらに、図 12 に示すように、過熱コア 110 はその下部および両側部を、空気を封入した密閉空間からなる断熱室 121 によって囲まれて保温されている。

一方、蒸発コア 130 は、図 14 の模式図に示すように、直方体形状のケース 131 を備え、ケース 131 の底板（底部）132 の上側に多孔質体 133 が取り付けられている。多孔質体 133 は、比表面積の大きな例えばニッケル系の金属多孔体（例えば、孔径：0.5 mm、比表面積：7500 m²/m³）で形成されており、底板 132 にろう付けされている。多孔質体 133 より上側のケース 131 内は、正面側から背面側に向かって延びる隔壁 135 によって互いに平行をなす幅の狭い多数の部屋に仕切られており、これらの部屋は交互に蒸発流路（蒸発部）136 と加熱ガス流路（加熱ガス直進流路）137 にされている。

各蒸発流路 136 は、上方のみが開放されていて、底部が多孔質体 133 を備えた底板 132 により閉塞され、周囲がケース 131 の周壁 131a および隔壁 135 によって閉塞されている。すなわち、各蒸発流路 136 は上部のみを開口させた箱型をなしている。また、各蒸発流路 136 の内部には、断面が略三角波形のフィン 136a が山部を鉛直方向（重力方向）に延ばして設置されている。また、図 15 に示すように、フィン 136a は各蒸発流路 136 において上下方向に多段に設置されており、上下に隣接するフィン 136a 同士はその山部をオフセットさせて設置されている。これらフィン 136a の山部は、加熱ガス流路 137 との間を隔てる隔壁 135 に接合されている。

一方、各加熱ガス流路 137 は、上部が天板 138 で閉塞され、底部が多孔質体 133 を備えた底板 132 により閉塞され、両側部が隔壁 135 によって閉塞されており、ケース 131 の正面側と背面側が全面開口して構成されている。すなわち、各加熱ガス流路 137 は正面側から背面側に貫通する矩形筒状をなしている。そして、各加熱ガス流路 137 の正面側の開口は連絡室 120 に連通しており、したがって、蒸発コア 130 の各加熱ガス流路 137 は連絡室 120 を介して過熱コア 110 の加熱ガス流路 114 に接続されている。また、各加熱ガス流路 137 の内部には、断面が略三角波形のフィン 137a が山部を水平方向に延ばして設置されており、これらフィン 137a の山部は、蒸発流路 136 との間を隔てる隔壁 135 に接合されている。また、フィン 137a の表面には、一酸化炭素（CO）等のエミッション浄化に好適な浄化触媒（Pt, Pd, Rh 等）が担持されている。

図10に示すように、蒸発コア130は、ハウジング102内に垂直に固定された支持プレート122の孔に挿通されていて、ケース131の背面側端部外周と支持プレート122は、熱膨張を吸収するベローズ123によって連結されている。

また、図10および図11に示すように、ハウジング102の内部には、支持プレート122よりも正面側に位置する蒸発コア130の上部に、蒸発室140が設けられており、この蒸発室140に、蒸発コア130の各蒸発流路136の上部開口が連通するとともに、前述した蒸気流路141が連通している。

この蒸発室140には、蒸発流路136と加熱ガス流路137が連設する方向に軸心を延ばす2本の燃料供給管（燃料供給部）160、160が互いに平行に設置されている。各燃料供給管160の先端は閉塞されており、各燃料供給管160には、各蒸発流路136の上方に位置する部位に、図16に示すように、供給孔160aが斜め下向きに左右一対開口している。各燃料供給管160には液体燃料供給ライン100を介して液体燃料（ガソリンやメタノール等および水の混合液）が供給される。

また、ハウジング102の内部には、蒸発コア130の背部およびベローズ123の外周を囲うように、加熱ガス流路150が形成されており、この加熱ガス流路150に蒸発コア130の各加熱ガス流路137の背面側開口が連通している。

さらに、図10および図11に示すように、ハウジング102の内部には、支持プレート122よりも正面側に位置する蒸発コア130の下部と両側部および蒸発室140の上部と両側部を囲うように加熱ガス流路（保温部）151が形成されている。

加熱ガス流路150と蒸発室140は支持プレート122によって離隔されている。加熱ガス流路150と加熱ガス流路151も支持プレート122によって離隔されているが、蒸発コア130の下側において支持プレート122に形成された開口122aを介して加熱ガス流路150と加熱ガス流路151は連通している。

また、加熱ガス流路151は、ハウジング102内において加熱ガス流路15

0の背部と上部と両側部を囲うように形成された加熱ガス流路152に連通しており、加熱ガス流路152は加熱ガス出口104に連通している。

このように構成された蒸発器101の作用を説明する。

初めに、加熱ガスの流れから説明する。図10、図11、図13、図14において破線矢印は加熱ガスの流れ方向を示している。

この第4実施形態においては、図示しない燃料電池のカソードから排出される酸素を含むカソードオフガスとアノードから排出される水素を含むアノードオフガスが加熱ガス入口103から供給され、加熱ガス分配室125を介してこれらオフガスが蒸発コア130の各加熱ガス流路114に供給される。前記オフガスは各加熱ガス流路114を正面側から背面側に向かって水平に直進し、各加熱ガス流路114を流通する間にフィン114aに担持された酸化触媒によってオフガスが触媒燃焼する。この燃焼によって生じる燃焼ガスを、この実施の形態では加熱ガスとして用いる。そして、加熱ガスの熱の一部が、フィン114aを介して過熱コア110の隔壁113に伝熱され、さらに、過熱コア110の蒸気流路117、118のフィン117a、118aに伝熱される。なお、フィン117、118の温度は液体燃料の飽和蒸気温度以上になる。

そして、過熱コア110の各加熱ガス流路114内を直進した加熱ガスは、連絡室120を介して蒸発コア130の各加熱ガス流路137に流入し、各加熱ガス流路137を正面側から背面側に向かって水平に直進する。なお、過熱コア110と蒸発コア130は一直線上に配置されているので、途中で連絡室120が存在していても、加熱ガスは加熱ガス流路114の正面側開口から加熱ガス流路137の背面側開口に達するまではほぼ水平に直進することとなる。したがって、過熱コア110に流入してから蒸発コア130を流出するまでの加熱ガスの圧力損失が極めて小さくなり、加熱ガスを多く流すことができる。また、加熱コア110と蒸発コア130が一直線上に配置されているので、連絡室120を短尺な直線路にすることができ、その結果、連絡室120からの放熱を抑制することができ、より高温の加熱ガスを蒸発コア130に供給することができる。また、蒸発器101を小型にすることができる。

そして、各加熱ガス流路137を流通する間に、加熱ガス中に含まれる未反応

の水素がフィン 137a に担持された浄化触媒によって触媒燃焼し、ガス温度を上昇させる。また、加熱ガス中に CO などのエミッションが微量に存在する場合にも、フィン 137a に担持されている浄化触媒が前記エミッションを触媒燃焼させて、浄化する。そして、加熱ガスの熱の一部が、フィン 137a を介して蒸発コア 130 の隔壁 135 に伝熱され、さらに、蒸発コア 130 の蒸発流路 136 のフィン 136a に伝熱される。

このように、過熱コア 110 の加熱ガス流路 114 と蒸発コア 130 の加熱ガス流路 137 のそれぞれに設けた触媒でオフガスを触媒燃焼させることにより加熱ガスを生成しているので、蒸発器 101 の外部に触媒燃焼器を設置する場合に比べ、加熱ガス流路 114、137 からの放熱を抑制することができて熱効率が向上するとともに、改質システム全体をコンパクトにすることができる。

なお、過熱コア 110 と蒸発コア 130 では温度条件が異なり、したがって、加熱ガス流路 114 のフィン 114a と加熱ガス流路 137 のフィン 137a では温度が異なるので、フィン 114a、137a に担持する触媒にはそれぞれの温度条件に適した活性温度の触媒を採用することにより、触媒の耐久性を延ばすことができる。

蒸発コア 130 の加熱ガス流路 137 内を直進した加熱ガスは、加熱ガス流路 150 に流れ出て、この加熱ガス流路 150 において流れ方向を反転せしめられ、支持プレート 122 の開口 122a を通って加熱ガス流路 151 に流入する。開口 122a から加熱ガス流路 151 に流入した加熱ガスは、蒸発コア 130 の底板 132 を介して多孔質体 133 を加熱した後に両側方に回り込んで上昇し、蒸発コア 130 の側部および蒸発室 140 の上方に回り込む（図 11 参照）。このように加熱ガス流路 151 に加熱ガスが流れることにより、外部加熱源を設けことなく多孔質体 133 を加熱することができるとともに、蒸発コア 130 および蒸発室 140 の周囲に保温層が形成されて蒸発コア 130 からの放熱を抑制することができる。

そして、加熱ガスは加熱ガス流路 151 から加熱ガス流路 152 を流通して、加熱ガス出口 104 から系外に排出される。

次に、液体燃料（メタノールやガソリン等および水の混合液）および燃料蒸気

の流れを説明する。図10～図14において実線矢印は液体燃料あるいは燃料蒸気の流れ方向を示している。

液体燃料は、液体燃料供給ライン100から各燃料供給管160に供給され、燃料供給管160に設けられた供給孔160aから蒸発コア130の各蒸発流路136に向かって噴射される。供給孔160aから噴射された液体燃料は液滴となって、各蒸発流路136のフィン136aに付着してフィン136aの表面を伝わって流れ落ち、あるいはフィン136aの間に形成された隙間を通過して滴下する。フィン136aの間の隙間を滴下した液体燃料もその多くは下降する間に下段のフィン136aに衝突し、フィン136aの表面に付着する。いずれにしても、液体燃料は、蒸発流路136内を重力方向の下方へと流れていく。そして、フィン136aに付着した液体燃料は、隔壁135およびフィン136aを介して加熱ガス流路137を流通する加熱ガスと熱交換して気化し、燃料蒸気となる。また、蒸発流路136内を下降する間に気化しきれなかった液体燃料は底板132に至る前に多孔質体133の微細な孔に浸透し、ここで多孔質体133を介して加熱ガスと熱交換し、瞬時に気化して燃料蒸気となる。

このようにして生成された燃料蒸気は、蒸発流路136内を重力方向の上方へと上昇し蒸発流路136の上部開口から蒸発室140に流出する。

したがって、この蒸発コア130では、液体燃料あるいは燃料蒸気は蒸発流路136内を重力方向に下方あるいは上方に流通するのに対して、加熱ガスは前述したように加熱ガス流路137内を水平方向に流れるので、流れ方向が直交することとなる。

この蒸発コア130では、蒸発流路136と加熱ガス流路137を交互に配置したので、小型ながら蒸気生成能力を大きくすることができる。

また、蒸発流路136にフィン136aが設けられているので、加熱面の表面積が極めて大きく、液体燃料が大きく広がり易くなり、その結果、液体燃料の気化が促進される。

また、液体燃料がフィン136aに衝突すると、衝突した部位（以下、衝突部という）に付着するとともに飛散し、飛散した液体燃料が衝突部の近くのフィン136aにまた衝突し、このような衝突を繰り返していくので、加熱面であるフ

フィン 136 a 表面への液体燃料の接触頻度が増し、液体燃料の気化が促進される。

特に、フィン 136 a を上下方向に多段に設け、且つ、上下のフィン 136 a において山部をオフセットしているので、液体燃料のフィン 136 a への衝突頻度がさらに増し、液体燃料の気化がさらに促進される。

さらに、フィン 136 a には、隔壁 135 に接近離間する方向に温度勾配が生じるため、フィン 136 a の表面と該表面に付着した液体燃料との温度差が核沸騰域になる部分生まれ、その部分で熱が伝わり易くなり、フィン 136 a 表面に付着した液体燃料が気化し易くなる。

また、フィン 136 a の熱伝導により、蒸発流路 136 内のフィン 136 a 全体の温度分布がほぼ均一になるので、蒸発流路 136 の全域を熱交換部として利用でき、液体燃料を効率的に気化し、燃料蒸気とすることができる。

さらに、上下のフィン 136 a において山部をオフセットしたことにより、一つの蒸発流路 136 内においてはフィン 136 a 間の隙間が全て連通するので、蒸発流路 136 内を滴下する液体燃料の液滴や生成した燃料蒸気が拡散され分配されて、一つの蒸発流路 136 内全域の熱負荷が均等化される。したがって、液体燃料を効率的に気化することができる。

また、蒸発流路 136 内において、液体燃料の液滴は上から下に落下し、生成した燃料蒸気は上昇するので、液体燃料の液滴と燃料蒸気とが向流接触することとなり、液滴の予熱や微細化が促進されるとともに、フィン 136 a 表面に形成される液体燃料の液膜の薄膜化が促進され、その結果、液体燃料の気化が促進される。

したがって、この蒸発器 101 は、液体燃料を極めて効率的に且つ迅速に気化することができ、応答性に極めて優れたものとなる。

蒸発室 140 に流出した燃料蒸気は、蒸气流路 141 を通って、過熱コア 110 の各第 1 蒸气流路 117 に流入し、各第 1 蒸气流路 117 を鉛直方向（重力方向）の下方へと流通して、蒸气流路 112 に流出する。燃料蒸気は、第 1 蒸气流路 117 を流通する間に、隔壁 113 およびフィン 117 a を介して加熱ガス流路 114 を流通する加熱ガスと熱交換し加熱される。

蒸気流路 1 1 2 に流出した燃料蒸気は、この蒸気流路 1 1 2 において流れの向きを 1 8 0 度反転せしめられ、過熱コア 1 1 0 の各第 2 蒸気流路 1 1 8 に流入し、各第 2 蒸気流路 1 1 8 を鉛直方向（重力方向）の上方へと流通して、蒸気流路 1 1 4 2 に流出する。燃料蒸気は、第 2 蒸気流路 1 1 8 を流通する間に、隔壁 1 1 3 およびフィン 1 1 8 a を介して加熱ガス流路 1 1 4 を流通する加熱ガスと熱交換し加熱される。

すなわち、燃料蒸気は過熱コア 1 1 0 において加熱ガスの流れ方向に対して 2 回交差して流通しており、過熱コア 1 1 0 を流通する間に 2 回に亘って加熱ガスと熱交換するので十分に加熱され、燃料蒸気の温度を加熱ガス流路 1 1 4 の上流部の加熱ガス温度に近い温度まで高温化することができる。しかも、過熱コア 1 1 0 の加熱ガス流路 1 1 4 のフィン 1 1 4 a は飽和蒸気温度以上となっているため、燃料蒸気を飽和蒸気温度以上に過熱することができる。

このようにして過熱コア 1 1 0 において過熱された燃料蒸気は、蒸気流路 1 1 4 2 から蒸気出口 1 0 5 を介して図示しない改質器に供給され、改質器において水素リッチな燃料ガスに改質され、燃料電池に供給されることとなる。なお、蒸気出口 1 0 5 はハウジング 1 0 2 の側面上部に設けられているので、改質器における反応にとって好ましくない液滴の排出を防止することができる。さらに、蒸発器 1 の運転停止時に発生する液滴が改質器に排出されるのも防止することができる。

産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明の蒸発器によれば、液体燃料を極めて効率的に且つ迅速に気化することができ、蒸発器の応答性が極めてよくなるという優れた効果が奏される。

本発明の蒸発器によれば、小型ながら蒸気生成能力を大きくすることができる。

本発明の蒸発器によれば、加熱ガス流路は水平方向に配置されることとなり、加熱ガス流路の出入口の配置が容易になり、蒸発器の構造を簡単にすることができる。また、加熱ガス流路における圧力損失を低く抑えることができる。

本発明の蒸発器によれば、液体燃料がフィンに衝突して分散され、分散された液体燃料がさらに下方のフィンに衝突して分散され、これを繰り返すことで液体燃料の分散を促進することができる。また、蒸発流路内で生成された燃料蒸気がこの蒸発流路を上昇する速度は複数段設けられたフィンの存在により低下せしめられるので、蒸発流路を落下してくる液体燃料の液滴が燃料蒸気により吹き上げられるのを防止することができ、前記液滴が気化することなく蒸発流路の上部から排出されるのを防止することができる。したがって、液体燃料のフィンへの接触頻度を増やすことができ、液体燃料の気化が促進されるという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、蒸発流路を下降する間に気化しきれなかった液体燃料を多孔質体において気化させることができ、蒸発流路の底部に液溜まりが発生するのを防止することができるという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、液体燃料を蒸発流路内に広く分散して供給することができるという効果がある。

さらに、本発明の蒸発器によれば、加熱ガス直進流路における加熱ガスの圧力損失を小さくすることができ、加熱ガスを多く流すことができるので、供給熱量を増大することができる。また、蒸発部で発生した燃料蒸気を過熱部において加熱ガスと熱交換させているので、燃料蒸気をより高温にすることができる。また、蒸発部の上部から排出された燃料蒸気を過熱部に導入し重力方向に流通させているので、過熱部をコンパクトにすることができる。したがって、蒸発器の性能向上および小型化を図ることができるという優れた効果が奏される。

本発明の蒸発器によれば、燃料蒸気を十分に加熱することができ、高温の燃料蒸気を生成することができるという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、加熱ガスの排熱を利用して蒸発部の底部に溜まる液体燃料を気化させることができるので、蒸発器の性能が向上するという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、加熱ガスの排熱を利用して蒸発部を保温することができ、蒸発部からの放熱を抑制することができるので、蒸発器の性能が向上するという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、断熱室によって過熱部を保温することができ、過熱

部からの放熱を抑制することができるので、蒸発器の性能が向上するという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、所定のガスを加熱ガス直進流路内で触媒燃焼させて加熱ガスを生成することができ、また、加熱ガス直進流路からの放熱を抑制することができ、蒸発器の性能が向上するという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、活性温度の異なる触媒を使い分けることで、触媒の耐久性を延ばすことができるという効果がある。

本発明の蒸発器によれば、蒸発器の外部に触媒燃焼器を設置する場合に比べ、加熱ガス直進流路からの放熱を抑制することができて熱効率が向上するとともに、改質システム全体をコンパクトにすることができる。また、上記蒸発器にエミッション浄化機能を付与して、燃料改質システムの簡素化を図ることができる。

請求の範囲

1. 液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器であって、
加熱ガスが流通する複数の加熱ガス流路と、
該加熱ガス流路と熱交換可能に配置され、重力方向の上方から供給された前記液体を気化し、気化した蒸気を重力方向の上方に排出する有底の複数の蒸発流路と、
該蒸発流路の内面に設けられた複数のフィンと、を備えている。
2. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記複数の加熱ガス流路と前記複数の蒸発流路とが交互に配置されている。
3. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記複数の加熱ガス流路の各々は、その少なくとも一部が前記複数の蒸発流路に対して略直交する方向に設けられている。
4. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記複数のフィンは重力方向に複数段設けられており、隣接する段のフィンは互いにオフセットして配置されている。
5. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記複数の蒸発流路の底部の上側に配置された多孔質体と、前記底部の下側に配置された加熱装置とをさらに備えている。
6. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記複数の蒸発流路の上方に配置された液体供給管をさらに備え、前記液体供給管には、前記液体を滴下するための複数の供給孔が設けられている。
7. 請求項 1 に記載の蒸発器であって、前記液体は炭化水素を含む液体燃料であり、前記蒸気は燃料改質用の燃料蒸気である。

8. 液体を気化させて蒸気を発生させる蒸発器であって、
加熱ガスが水平方向に直進して流通する加熱ガス直進流路と、
該加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され、前記液体を気化させ、その蒸気を重力方向の上方に向けて流動させる蒸発部と、
該蒸発部に前記液体を供給する液体供給部と、
前記蒸発部よりも前記加熱ガス直進流路の上流部に該加熱ガス直進流路と熱交換可能に配置され、前記蒸発部の上部から排出された前記蒸気を過熱状態とする過熱部と、を備え、
前記過熱部は、前記蒸発部の前記上部と連通して前記蒸気を流通させる蒸气流路を備えている。
9. 請求項 8 に記載の蒸発器であって、前記過熱部の前記蒸气流路は、前記加熱ガスの流れに対して複数回交差するように形成されている。
10. 請求項 8 に記載の蒸発器であって、前記蒸発部の周囲に配置され前記加熱ガス直進流路の出口と連通する保温部を備え、該保温部は、前記加熱ガス直進流路から排出された前記加熱ガスが導入される底部流路を備えている。
11. 請求項 10 に記載の蒸発器であって、前記保温部は、前記底部流路に導入された前記加熱ガスを前記蒸発部の側方に回り込ませて上昇させる側方流路を備えている。
12. 請求項 8 に記載の蒸発器であって、前記過熱部の周囲に配置された断熱室を備えている。
13. 請求項 8 に記載の蒸発器であって、前記加熱ガス直進流路は、その内部に触媒を備えている。

14. 請求項8に記載の蒸発器であって、前記加熱ガス直進流路は、前記過熱部と熱交換可能に位置する内部に第1の触媒を備え、前記蒸発部と熱交換可能に位置する内部に第2の触媒を備えている。

15. 請求項14に記載の蒸発器であって、前記加熱ガスは、燃料電池から排出されるオフガスを燃焼させて得られ、前記第1の触媒は酸化触媒であり、前記第2の触媒はエミッション浄化触媒である。

16. 請求項8に記載の蒸発器であって、前記液体は炭化水素を含む液体燃料であり、前記蒸気は燃料改質用の燃料蒸気である。

This Page Blank (uspto)

2/12

FIG. 2

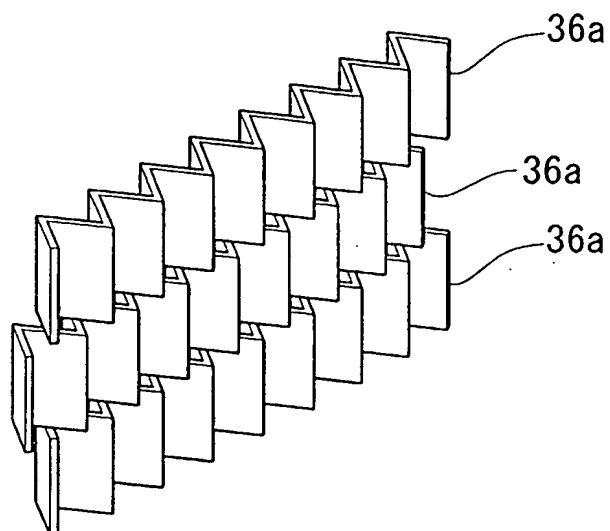
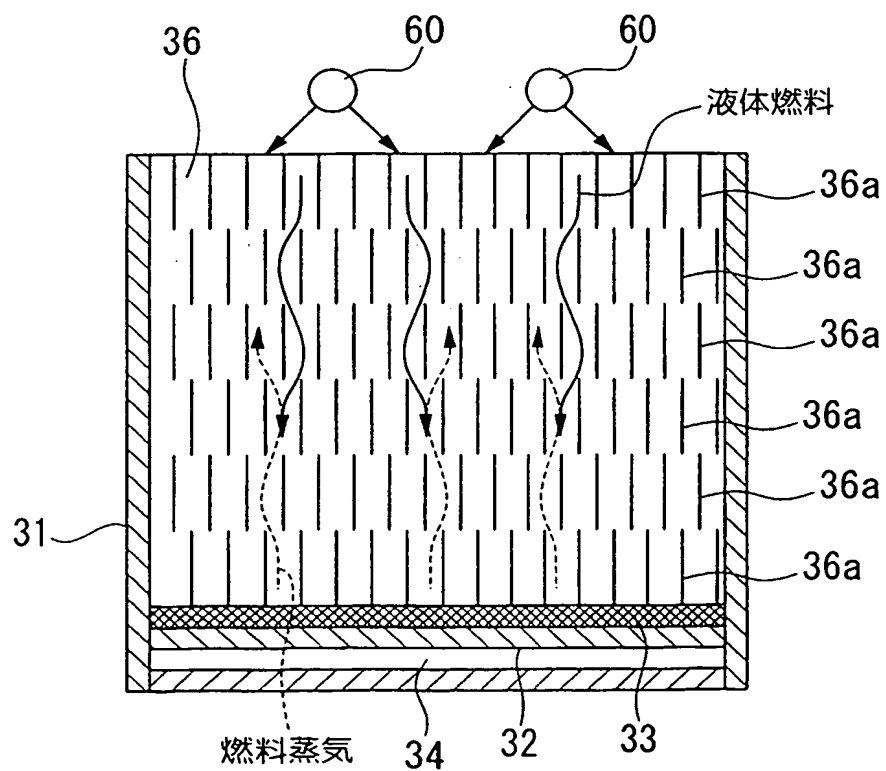


FIG. 3



This Page Blank (uspto)

3/12

FIG. 4

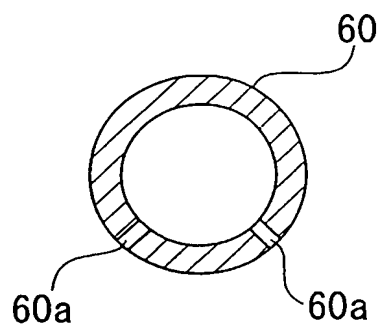
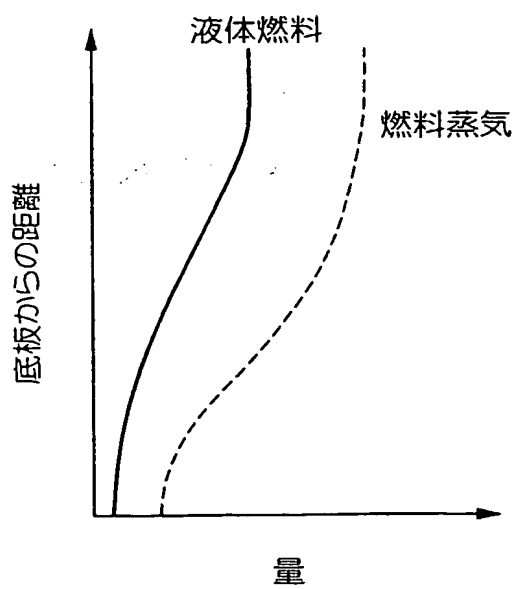


FIG. 5



This Page Blank (uspto)

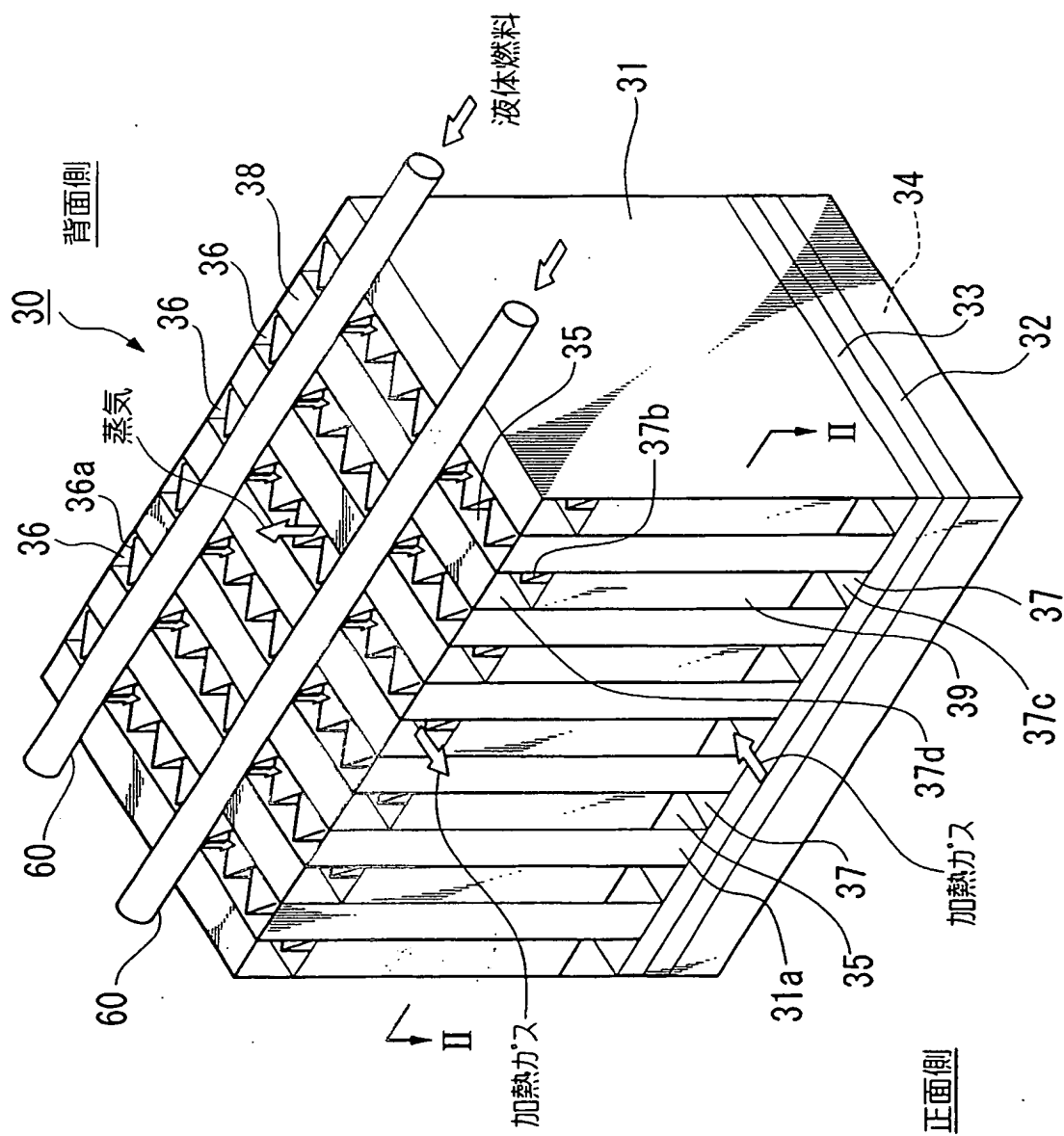


FIG. 6

This Page Blank (uspto)

5/12

FIG. 7

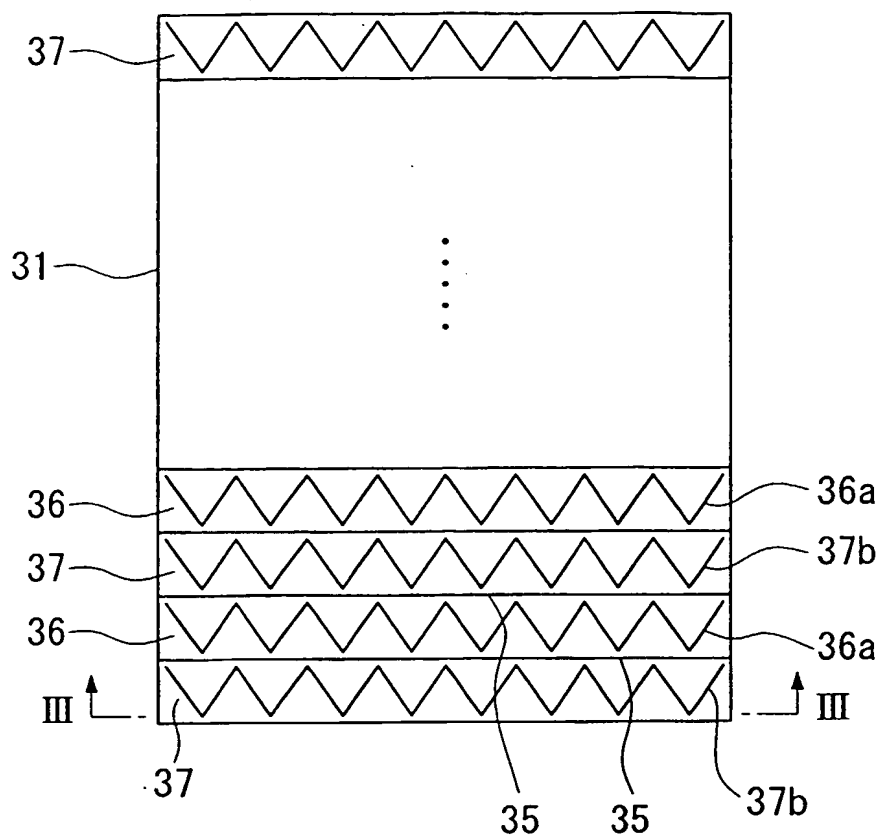
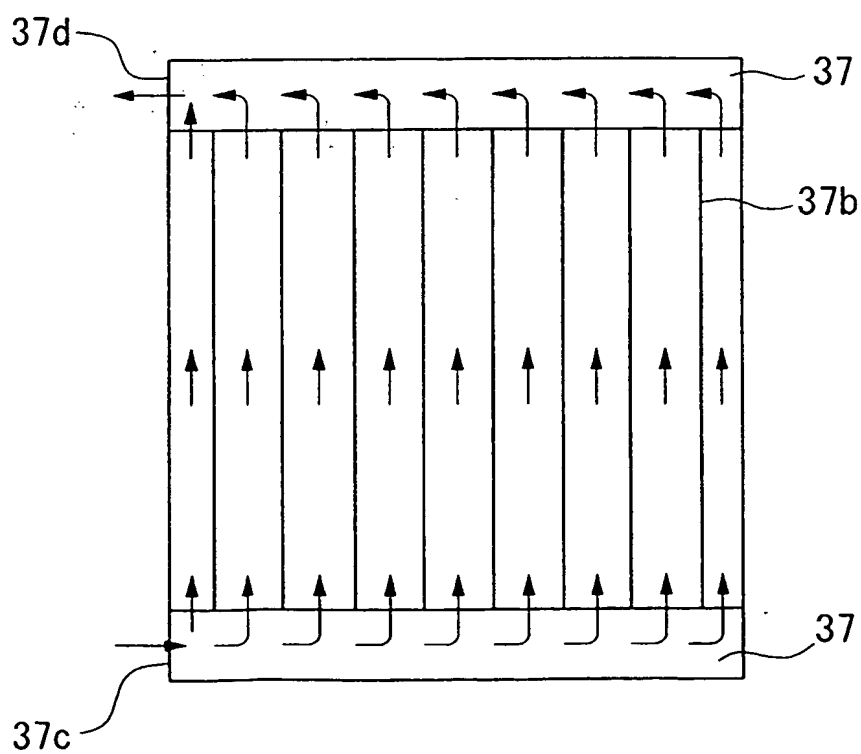


FIG. 8



This Page Blank (uspto)

FIG. 9A

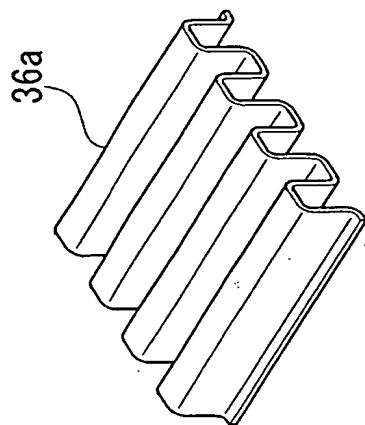


FIG. 9B

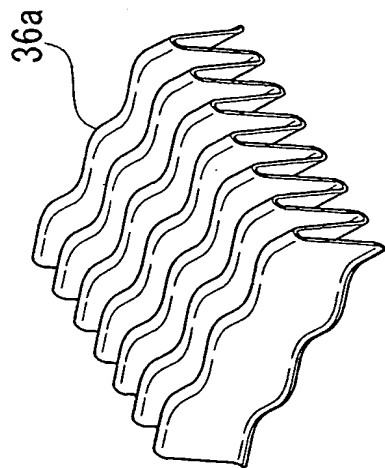


FIG. 9C

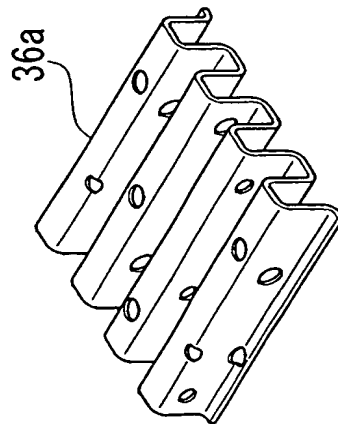


FIG. 9D

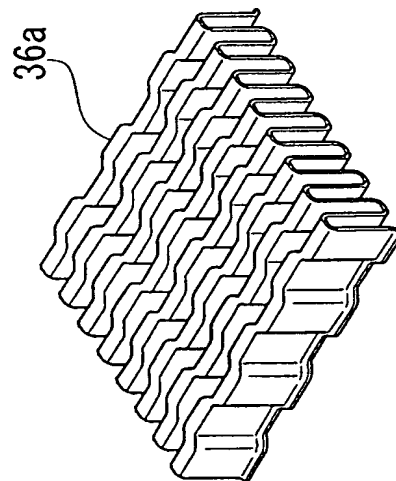
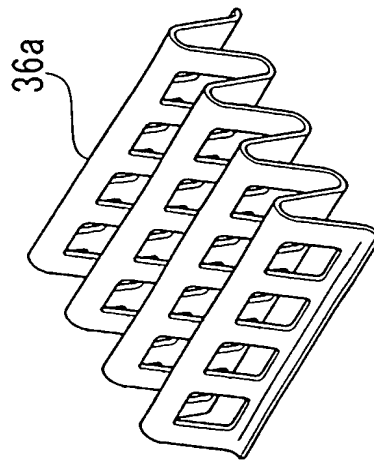
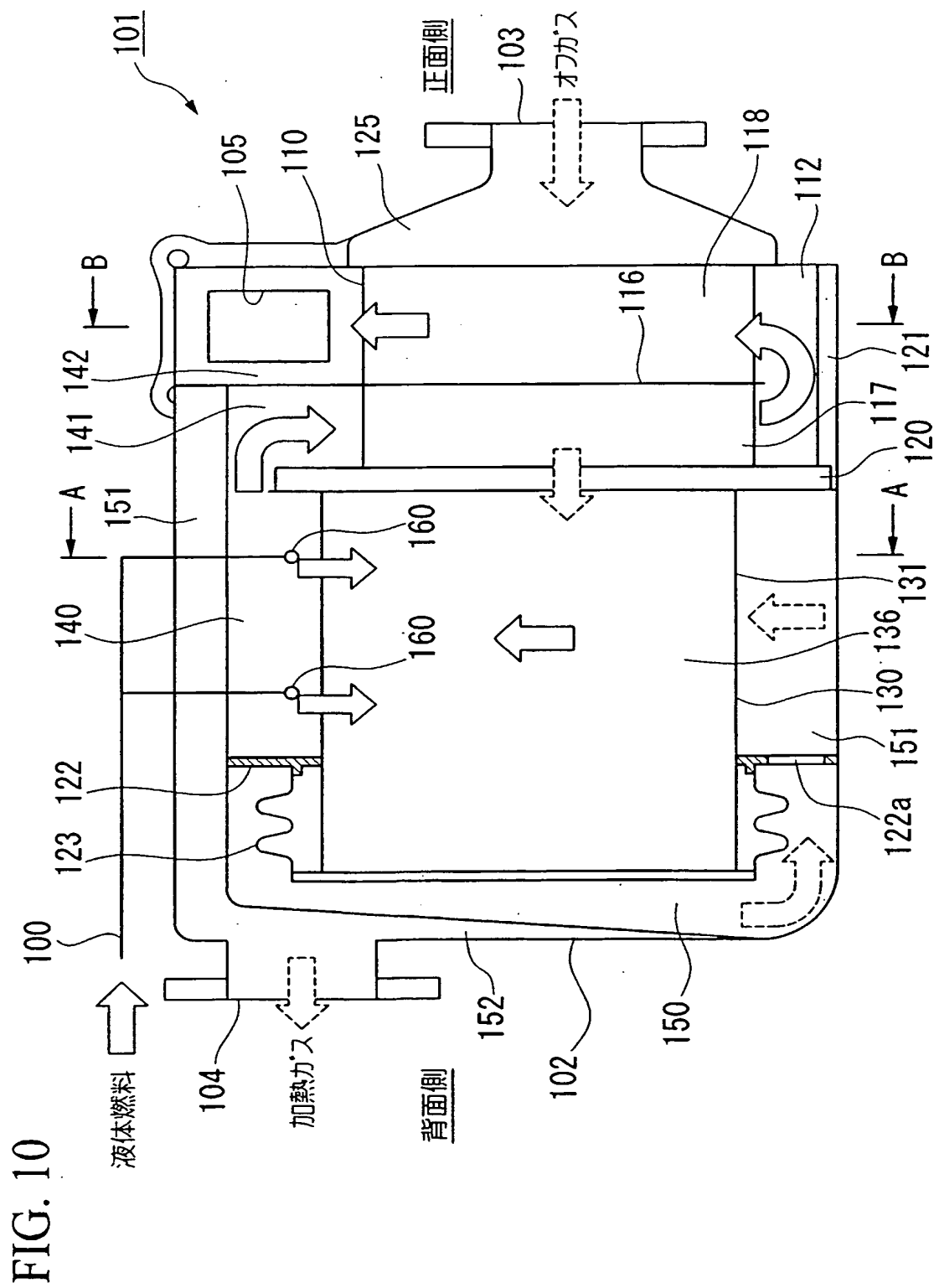


FIG. 9E



This Page Blank (uspto)

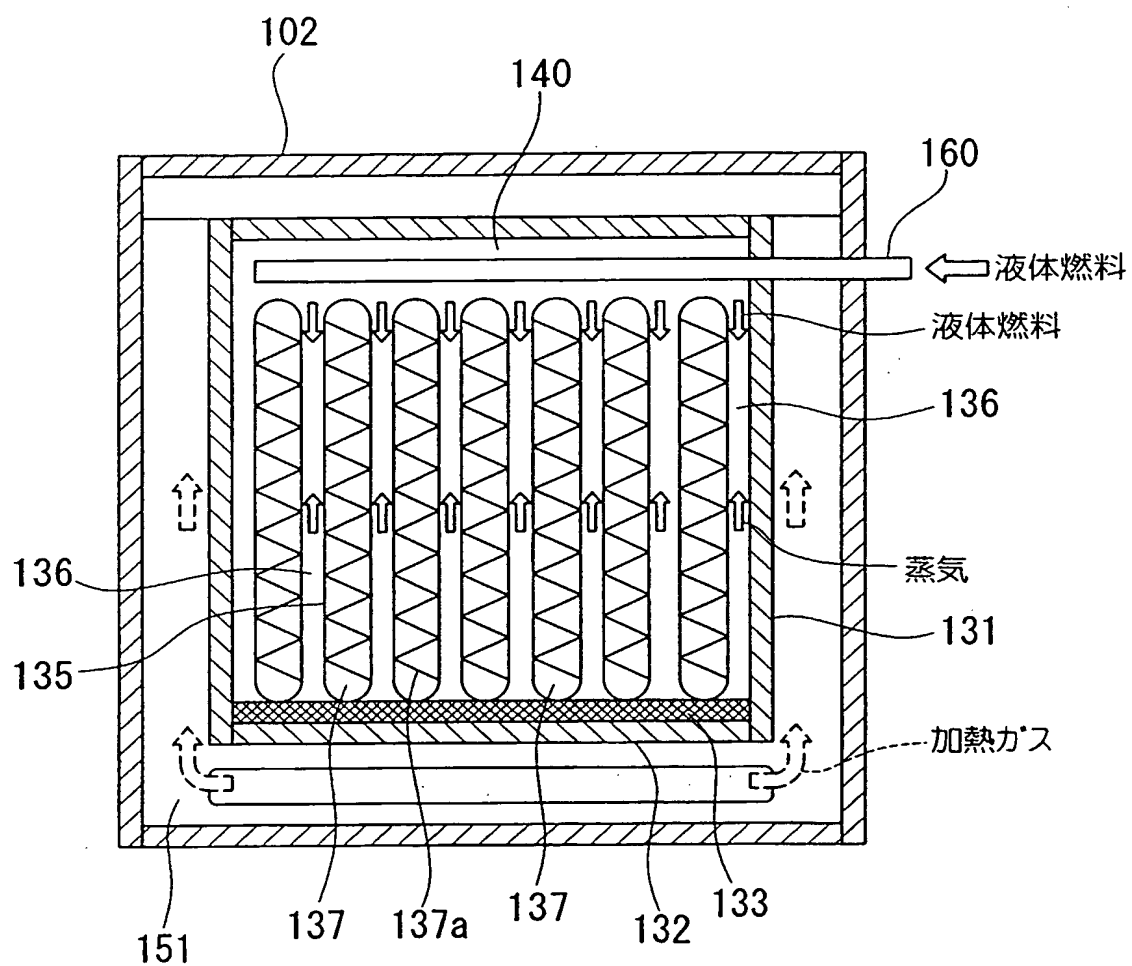
7/12



This Page Blank (uspto)

8/12

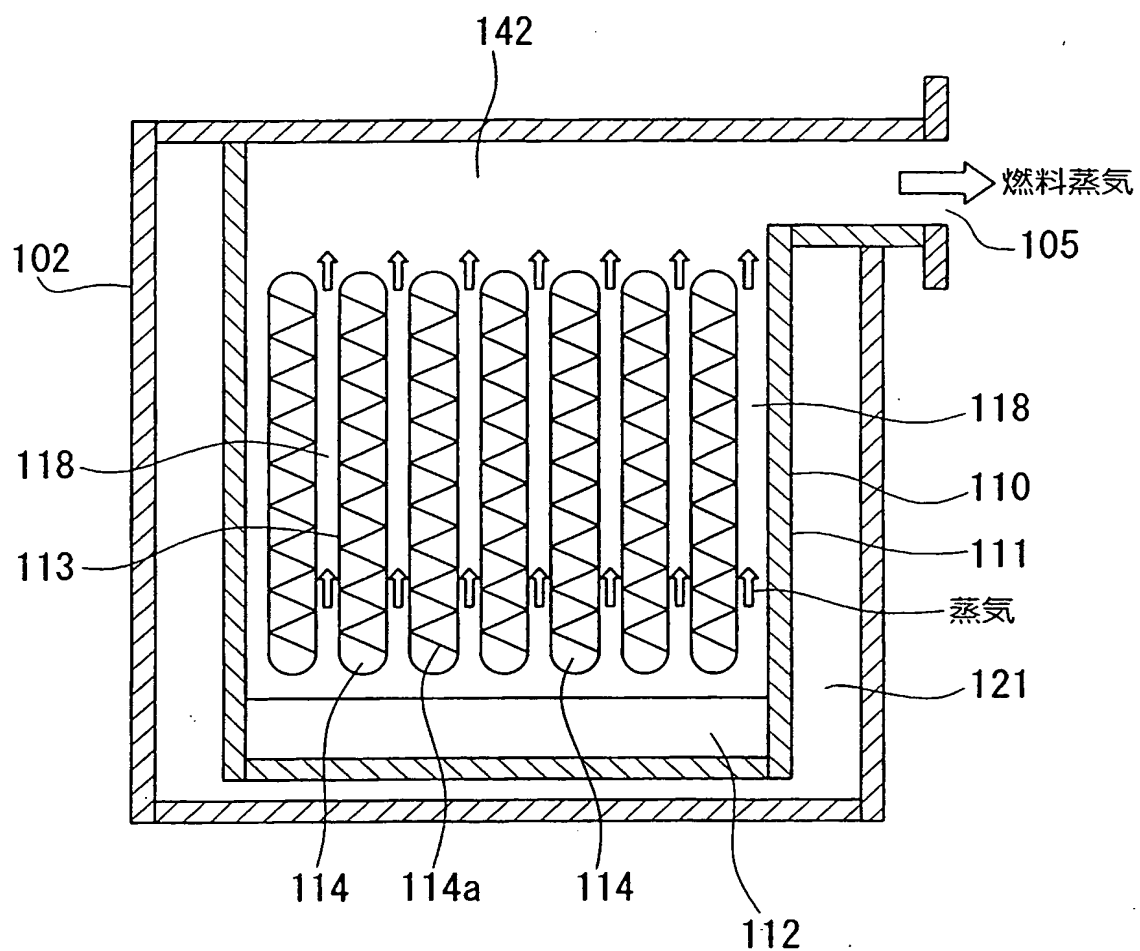
FIG. 11



This Page Blank (uspto)

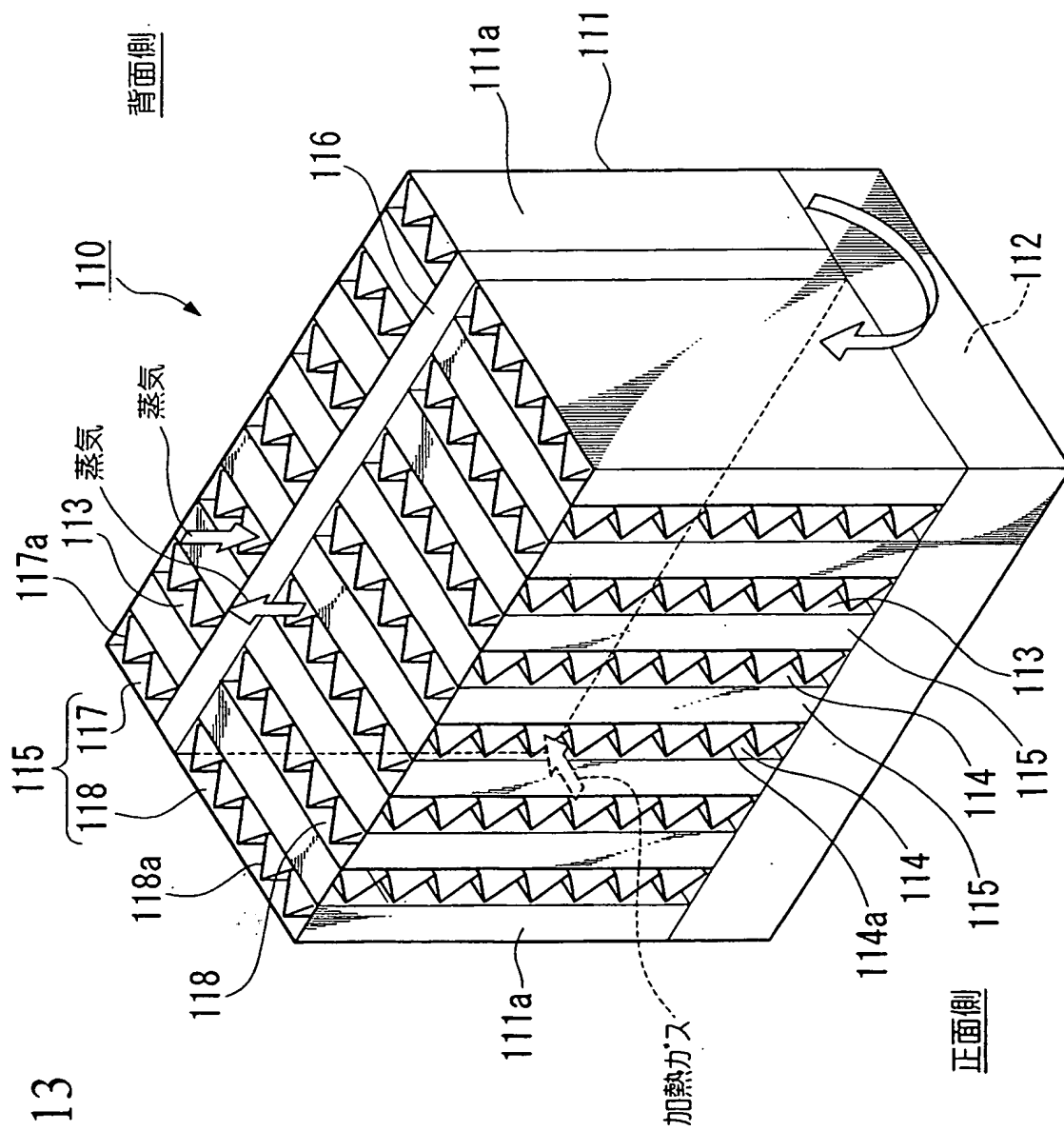
9/12

FIG. 12

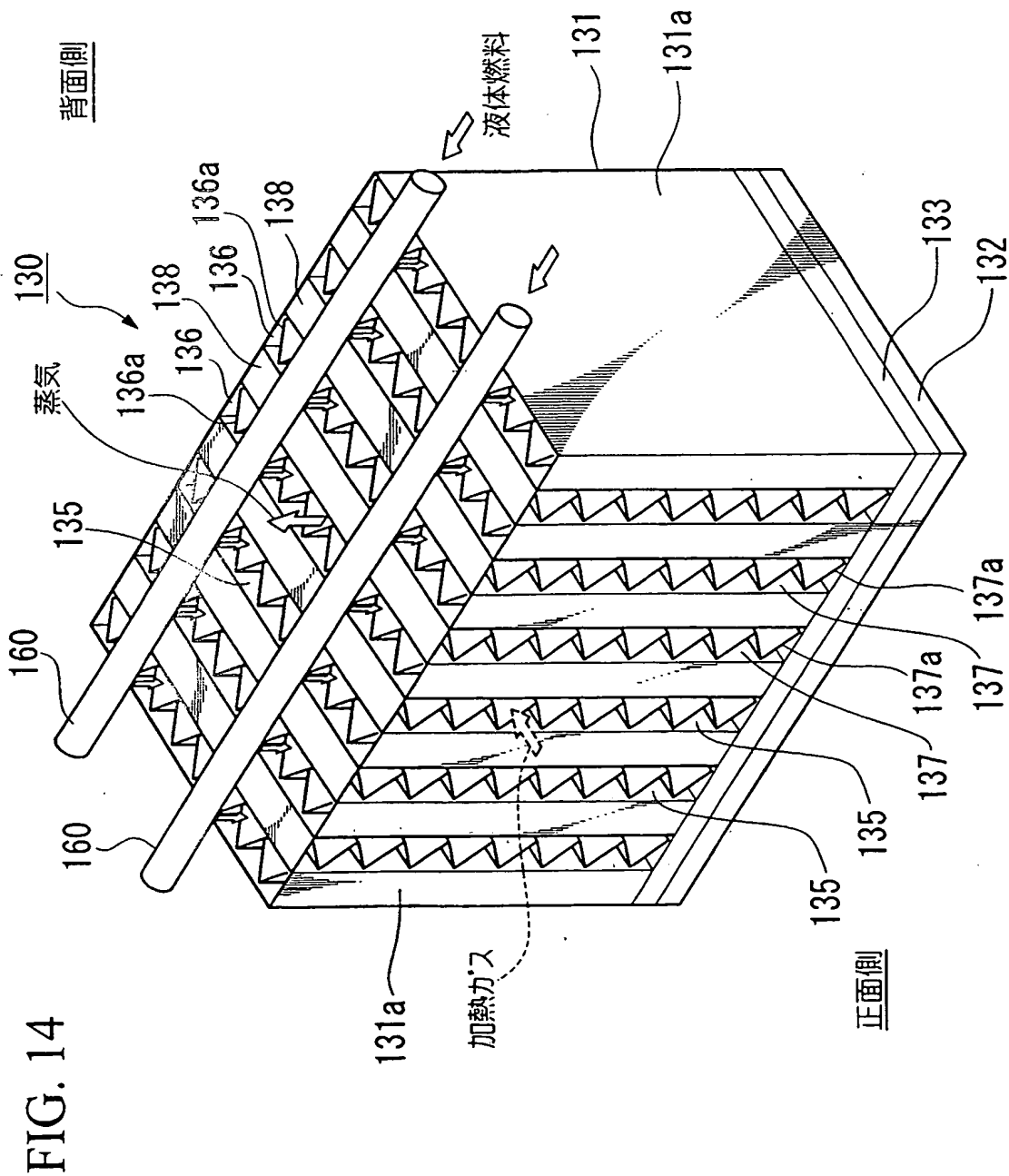


This Page Blank (uspto)

FIG. 13



This Page Blank (uspto)



This Page Blank (uspto)

12/12

FIG. 15

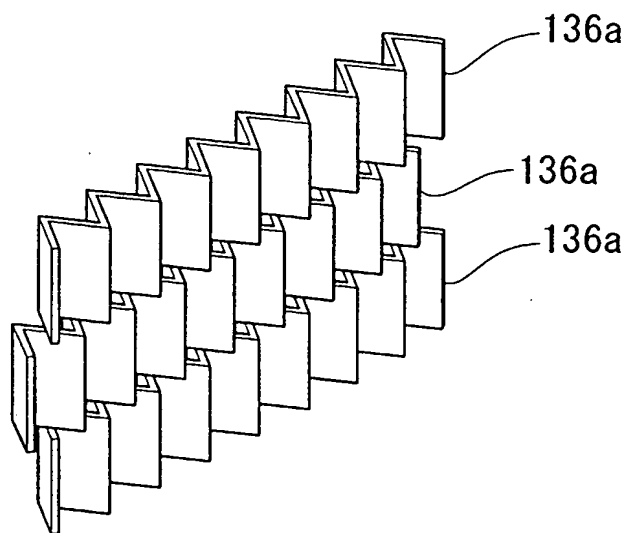
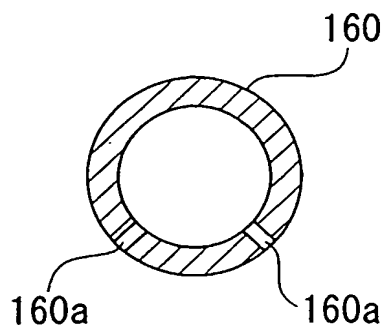


FIG. 16



This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ C01B3/32, F28D9/02, F23K5/22, H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ C01B3/32, F28D9/02, F23K5/22, H01M8/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2001-332283 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 30 November, 2001 (30.11.01), Full text (Family: none) | 1-16 |
| A | JP 2001-263968 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 26 September, 2001 (26.09.01), Full text (Family: none) | 1-16 |
| A | JP 2001-153469 A (Xcellsis GmbH.), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text & EP 1085260 A1 & DE 19947923 A1 | 1-16 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
07 October, 2003 (07.10.03)Date of mailing of the international search report
21 October, 2003 (21.10.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08652

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2000-319002 A (Honda Motor Co., Ltd.), 21 November, 2000 (21.11.00), Full text (Family: none) | 1-16 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl¹ C01B 3/32, F28D 9/02, F23K 5/22, H01M 8/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl¹ C01B 3/32, F28D 9/02, F23K 5/22, H01M 8/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | J P 2001-332283 A (日産自動車株式会社) 2001.11.30 全文 (ファミリーなし) | 1-16 |
| A | J P 2001-263968 A (住友精密工業株式会社) 2001.09.26 全文 (ファミリーなし) | 1-16 |
| A | J P 2001-153469 A (イクスウェルズ ゲームベーター) 2001.06.08 全文 & EP 1085260 A1 & DE 19947923 A1 | 1-16 |
| A | J P 2000-319002 A (本田技研工業株式会社) 2000.11.21 全文 (ファミリーなし) | 1-16 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.10.03

国際調査報告の発送日

21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 平塚 政宏

4G 9041

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)